

1/3/1 (Item 1 from file: 351)  
DIALOG(R) File 351:Derwent WPI  
(c) 2006 The Thomson Corporation. All rts. reserv.

0012952931 - Drawing available  
WPI ACC NO: 2003-029837/200302  
XRPX Acc No: N2003-023649

Terminal structure of extreme-low temperature equipment has insulatingly connected part insulatingly connected to the extreme-low temperature part and the room temperature part along the outer periphery of the bushing

Patent Assignee: AIBA T (AIBA-I); ASHIBE Y (ASHI-I); FURUKAWA K (FURU-I); HIROSE M (HIRO-I); HONJO S (HONJ-I); MATSUO K (MATS-I); MIMURA T (MIMU-I); SUMITOMO ELECTRIC IND CO (SUME); SUMITOMO ELECTRIC IND LTD (SUME); TAKAHASHI Y (TAKA-I); TOKYO ELECTRIC POWER CO INC (TOEP)

Inventor: AIBA T; ASHIBE Y; FURUKAWA K; HIROSE M; HONJO S; MATSUO K; MIMURA T; TAKAHASHI Y

Patent Family (10 patents, 24 countries)

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	
WO 2002065605	A1	20020822	WO 2002JP1177	A	20020213	200302	B
JP 2002238144	A	20020823	JP 200135821	A	20010213	200304	E
JP 2002280628	A	20020927	JP 200176951	A	20010316	200311	E
EP 1283576	A1	20030212	EP 2002700574	A	20020213	200312	E
			WO 2002JP1177	A	20020213		
KR 2003011819	A	20030211	KR 2002713479	A	20021008	200339	E
US 20030154727	A1	20030821	WO 2002JP1177	A	20020213	200356	E
			US 2003257570	A	20030403		
CN 1457541	A	20031119	CN 2002800299	A	20020213	200412	E
JP 3563355	B2	20040908	JP 200135821	A	20010213	200459	E
US 6888060	B2	20050503	WO 2002JP1177	A	20020213	200531	E
			US 2003257570	A	20030403		
JP 3779168	B2	20060524	JP 200176951	A	20010316	200635	E

Priority Applications (no., kind, date): JP 200135821 A 20010213; JP 200176951 A 20010316

#### Patent Details

Number	Kind	Lan	Pg	Dwg	Filing Notes
WO 2002065605	A1	JA	29	7	
National Designated States, Original: CN KR US					
Regional Designated States, Original: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE					
IT LU MC NL PT SE TR					
JP 2002238144	A	JA	5		
JP 2002280628	A	JA	6		
EP 1283576	A1	EN			PCT Application WO 2002JP1177
					Based on OPI patent WO 2002065605
Regional Designated States, Original: AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE					
IT LI LU MC NL PT SE TR					
US 20030154727	A1	EN			PCT Application WO 2002JP1177
JP 3563355	B2	JA	7		Previously issued patent JP 2002238144
US 6888060	B2	EN			PCT Application WO 2002JP1177
					Based on OPI patent WO 2002065605
JP 3779168	B2	JA	9		Previously issued patent JP 2002280628

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-238144

(43)Date of publication of application : 23.08.2002

(51)Int.Cl.

H02G 15/22  
H02G 1/06

(21)Application number : 2001-035821

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD  
TOKYO ELECTRIC POWER CO INC:THE

(22)Date of filing : 13.02.2001

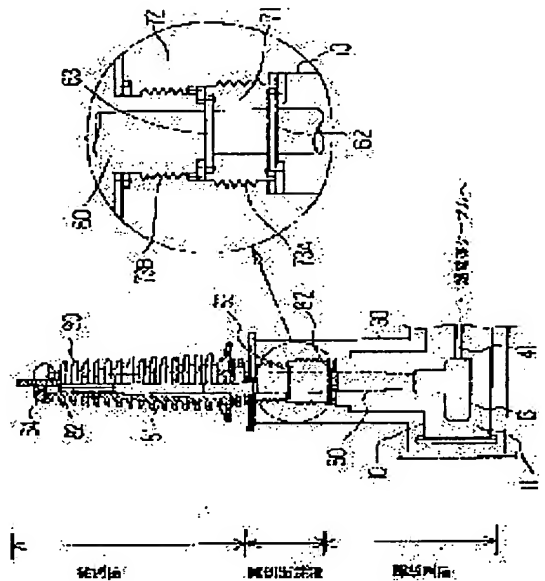
(72)Inventor : ASHIBE YUICHI  
HIROSE MASAYUKI  
FURUKAWA KOHEI  
TAKAHASHI YOSHIHISA  
MATSUO KIMIYOSHI  
HONJO SHOICHI  
MIMURA TOMOO  
AIBA TERUMITSU

## (54) TERMINAL STRUCTURE OF CRYOGENIC APPARATUS

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a terminal structure for a cryogenic apparatus which has superior heat-insulating properties.

SOLUTION: This terminal structure of a cryogenic apparatus draws out the terminal of a cryogenic apparatus, such as a superconducting cable, etc., from a cryogenic part, into a room-temperature part via a bushing 60. A vacuum heat-insulating part is provided between the cryogenic part and the room-temperature part on the outer circumference of the bushing 60. The vacuum heat-insulating part is formed between a cryogenic side flange 62, which seals the cryogenic part and a room-temperature side flange 63 which seals the room-temperature part.



(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公開特許公報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開2002-238144

( P 2 0 0 2 - 2 3 8 1 4 4 A )

(43) 公開日 平成14年8月23日 (2002.8.23)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H02G 15/22		H02G 15/22	A
1/06	319	1/06	319

審査請求 有 請求項の数 4 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-35821 ( P 2001-35821 )

(22) 出願日 平成13年2月13日 (2001.2.13)

(71) 出願人 000002130

住友電気工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号

(71) 出願人 000003687

東京電力株式会社

東京都千代田区内幸町1丁目1番3号

(72) 発明者 芦辺 祐一

大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電

気工業株式会社大阪製作所内

(74) 代理人 100100147

弁理士 山野 宏 (外1名)

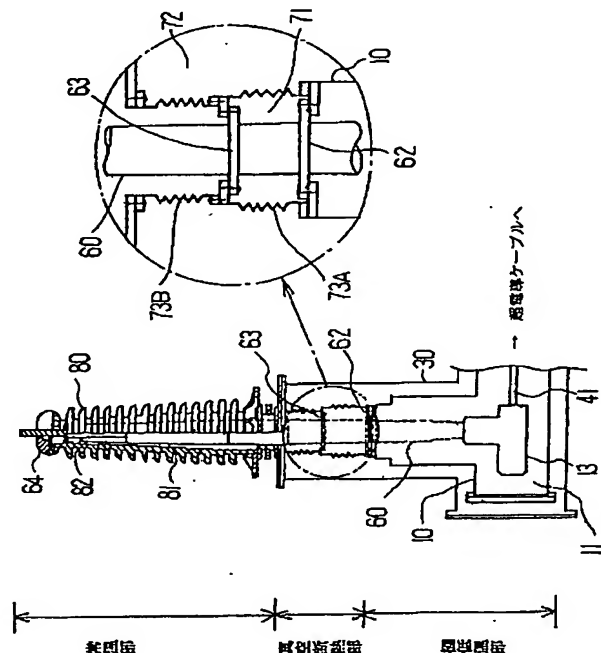
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 極低温機器の端末構造

(57) 【要約】

【課題】 断熱性にすぐれた極低温機器の端末構造を提供する。

【解決手段】 超電導ケーブルなど、極低温機器の端末を極低温部から常温部にブッシング60を介して引き出す極低温機器の端末構造であって、極低温部と常温部との間で前記ブッシング60の外周に真空断熱部を設けた。真空断熱部は、極低温部をシールする極低温側フランジ62と、常温部をシールする常温側フランジ63との間に形成されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 極低温機器の末端を極低温部から常温部にブッシングを介して引き出す極低温機器の末端構造であって、

前記極低温部と常温部との間で前記ブッシングの外周に真空断熱部を設けたことを特徴とする極低温機器の末端構造。

【請求項 2】 前記真空断熱部は、極低温部をシールする極低温側フランジと、常温部をシールする常温側フランジとの間に形成され、

前記両フランジは前記ブッシングの外周に突設されたことを特徴とする請求項 1 に記載の極低温機器の末端構造。

【請求項 3】 一方のフランジを固定し、他方のフランジをブッシングの熱収縮に連動するよう可動自在に構成したことを特徴とする請求項 2 に記載の極低温機器の末端構造。

【請求項 4】 前記真空断熱部は、互いに区画された内層部と外層部の 2 重構造であることを特徴とする請求項 2 に記載の極低温機器の末端構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、極低温機器の導体を極低温から常温に引き出す末端構造に関するものである。特に、断熱性にすぐれた末端構造に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】図3は従来の極低温機器用末端構造を示す概略図である。

【0003】この末端構造は、極低温機器20（図示せず）の末端と、その末端が収納される冷媒槽10と、極低温機器20の導体から常温部へ電気的導通をとるブッシング60と、冷媒槽10の外側を覆う真空容器30と、真空容器30の上部に突設される碍子80とを具える。

【0004】極低温機器20より導入された超電導導体にはほぼ直角方向にブッシング60が接続されている。ブッシング60は中心に導体を有し、その周囲にエチレンプロピレンゴムなどの固体絶縁を被覆したもので、真空容器30と碍子80との接合面を貫通して碍子80内に収納されている。碍子80の内部には絶縁油やSF<sub>6</sub>などの絶縁流体83が充填されている。

【0005】冷媒槽内には供給管32より補給される液体窒素11が蓄えられると共に、上部は窒素ガス溜まり15となっている。この窒素ガスの排出はガス排出口14から行える。

【0006】従って、このような末端構造では、極低温機器20から碍子80に至る導通部はケーブル側から順に液体窒素11に浸漬された極低温部、窒素ガス溜まり15、碍子内の常温部を通ることになる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の末端構造では次のような問題があった。

①常温部から極低温部への熱侵入が大きい。液体窒素の液面と真空容器上面との間に窒素ガス溜まりが存在すると、窒素ガスの対流により熱伝導が発生するためである。その熱伝導分、液体窒素温度が上がり、その対策として温度上昇分を冷却する結果、冷却に必要なエネルギーがロスとなってシステム全体の損失増を招く。

【0008】②冷媒槽をクローズドシステムによる循環冷却とすることが難しい。通常、ブッシングの一部を冷媒に浸漬しており、この浸漬必要範囲を維持するために液体窒素の液面を管理している。冷媒槽がオープンシステムの場合、液体窒素を補給することで液面を維持することができるが、そのまま供給管32と排出口14を閉じて循環冷却だけでは圧力変化や侵入熱の変化などで液面を管理することが難しい。

【0009】従って、本発明の主目的は、断熱性にすぐれた極低温機器の末端構造を提供することにある。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】本発明は、極低温部と常温部との間に真空断熱部を設けることで上記の目的を達成する。

【0011】すなわち、本発明末端構造は、極低温機器の末端を極低温部から常温部にブッシングを介して引き出す極低温機器の末端構造であって、前記極低温部と常温部との間で前記ブッシングの外周に真空断熱部を設けたことを特徴とする。

【0012】極低温部と常温部との間に真空断熱部を介在させることで、従来窒素ガス部で問題となった対流による熱伝導を回避し、高い断熱性を実現することができる。この高い断熱性に対応して、クローズドシステムによる循環冷却を容易に実現することができる。

【0013】前記真空断熱部は、極低温部をシールする極低温側フランジと、常温部をシールする常温側フランジとの間に形成することが好ましい。これら両フランジは前記ブッシングの外周に突設されている。

【0014】その際、一方のフランジを真空容器または冷媒槽に対して固定し、他方のフランジを可動自在に構成することが好ましい。これにより、ブッシングの熱伸縮に対応してフランジを可動とし、いずれかのフランジに過大な応力がかかることを防止する。通常は極低温側フランジを固定し、常温側フランジを可動とすることが好ましい。

【0015】また、真空断熱部は、互いに区画された内層部と外層部の 2 重構造とすることが好適である。その場合、内層部、外層部を共に真空にする場合と、内層部のみに気体を充填する場合とがある。

【0016】内外層部を共に真空にした場合、冷媒の充填された極低温部の方が高圧のため、極低温部の冷媒が真空断熱部に漏洩することも考えられる。その場合でも

内層部のみの限られた区間に冷媒が充填するだけで、極低温部と常温部との間は外層部の真空により断熱されるため、断熱性の低下を最小限に抑えることができる。従って、内層部は小さな空間にすることが好ましい。

【0017】一方、内層部のみに気体を充填する場合、その気体は極低温部の冷媒よりも沸点が低く、気体の圧力は極低温部の冷媒圧力と実質的に等圧であることが好ましい。内層部を極低温部と等圧にしておけば、極低温部から内層部への冷媒の漏洩を防止することができる。また、気体の沸点を極低温部の冷媒の沸点よりも低くしておけば、万一内層部に冷媒が漏洩してきても、気体が液化または固化されることがない。極低温部の冷媒を液体窒素とした場合、内層部に充填する気体はHeなどが好ましい。

【0018】また、内層部の圧力を検知する手段を具備しておけば、極低温部からの冷媒の漏洩に伴って内層部の圧力上昇を検知でき、冷媒の漏洩が生じたことを監視することができる。

【0019】フランジはブッシングと接着可能な材質で構成することが好ましい。例えば、ブッシングの主材料が強化繊維プラスチック（FRP）で、フランジの主材料が強化繊維プラスチックに接着可能なプラスチック（エポキシ樹脂など）とすることが挙げられる。

【0020】本発明端末構造を適用する極低温機器としては、超電導ケーブル、超電導電力貯蔵機器（SMES：Superconducting magnetic energy storage）、超電導限流器などが挙げられる。特に、本発明端末構造は、長距離の冷却を行うためにクローズドシステムによる循環冷却が必要とされる超電導ケーブルの端末構造に最適である。

#### 【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を説明する。ここでは、超電導ケーブルの端末構造を例として説明する。図1は本発明端末構造の概略図である。この端末構造は、冷媒槽10内の液体窒素11に浸漬された極低温部と、碍子80に収納された常温部と、極低温部と常温部の間に形成された真空断熱部とを具える。

【0022】真空容器30は超電導ケーブルの断熱管（図示せず）と接続され、真空容器、断熱管との接続箇所および断熱管の内部が真空に保持される。本例では、真空容器の開口径をφ600mmとした。

【0023】冷媒槽10には超電導ケーブルの導体につながる接続導体41が導入される。冷媒槽10は、内部に液体窒素11が密閉される円筒管である。そのサイズはブッシング側、ケーブル側共にφ400mmとした。

【0024】この冷媒槽10内で、接続導体41はブッシング60の端部とほぼ直角に接続される。この接続箇所は下部シールド13内に収納する。

【0025】ブッシング60は、ステンレスパイプの外周にFRPと箔電極とを積層した両端部がテーパー状の棒状

体である。FRPと箔電極との積層はいわゆるコンデンサー方式の電界緩和手段である。テーパー構造、コンデンサー方式の電界緩和手段はブッシングの一例であり、本発明の構成を限定するものではない。直管構造のブッシングでも良いし、ストレスコーン方式の電界緩和手段を用いてもよい。

【0026】ブッシング60の一例を図2に示す。ブッシング本体61の外周には一対のフランジ62、63を一体化した。下方のフランジが極低温側フランジ62で、上方のフランジが常温側フランジ63である。

【0027】フランジ62、63は本体61にねじ嵌合して接着で一体化するため、本体外周の材料と接着しやすいものを選択する。ここでは、極低温側フランジ62をFRP製に、常温側フランジ63をステンレス製とした。ブッシング60の上端には、銅またはアルミ製の上部シールド64が形成されている。

【0028】このような常温側フランジ63で真空容器30の上端を封止し、さらに極低温側フランジ62で冷媒槽10の上端を封止することで、極低温側フランジ62と常温側フランジ63との間に形成される空間を真空断熱部とする（図1）。

【0029】ここで、常温側フランジ63を波付け加工したフレキシブル管73A、73Bを用いて可動式に構成し、ブッシング60の熱伸縮に対応して常温側フランジ63を可動とし、極低温側フランジ62に過大な応力がかかることを防止する。

【0030】例えば、冷媒槽10の上端に極低温側フランジ62を固定し、同フランジ62を取り囲むフレキシブル管73Aの下端を冷媒槽10の上端に固定する。フレキシブル管73Aの上端は常温側フランジ63に固定され、さらにフレキシブル管73Bの下端がフレキシブル管73Aの上端に連結される。そして、フレキシブル管73Bの上端を真空容器30の上端に固定する。

【0031】この構成において、フレキシブル管73Aにより、真空断熱部が内層部71と外層部72とに分割される。内層部71は外層部72に取り囲まれる小さな空間である。

【0032】冷媒槽10には液体窒素11が貯留されて加圧循環されるため、冷媒槽10と真空容器30との間の真空に保持された空間に比べれば冷媒槽10は高圧である。そこで、真空断熱部を内層部71と外層部72の二重構造としておけば、万一冷媒槽10からの冷媒の漏洩があっても内層部71内の漏洩にとどまり、内層部71の断熱性能が低下するのみで、外層部72による真空は保持されるため、端末構造全体としての断熱性は十分に保持される。

【0033】ここで、内層部71の圧力検知手段を設けて内層部71の圧力変化を監視すれば、圧力が増加したことで冷媒槽10から冷媒の漏れがあったことを検知することもできる。

【0034】さらに、内層部71を真空にする代わりに、

内部に気体を充填しても良い。その際の気体の圧力は、冷媒槽10の液体窒素の圧力とほぼ等圧とする。これにより、冷媒槽内と内層部内は等圧に保持され、冷媒槽10からの冷媒の漏洩を抑制できる。用いる気体は、冷媒である窒素の沸点よりも低い沸点のもの、例えばヘリウムとする。万一内層部71に冷媒が漏洩してきても、冷媒の温度によって気体が液化または固化されることがない。

【0035】以上の説明は二重構造の真空断熱部について行ったが、図1において、フレキシブル管73Aを取り外して単一層の真空断熱部としても良い。この場合でも、常温側フランジ63はフレキシブル管73Bに連結されるため、ブッシングの熱伸縮に対応して可動させることができる。

【0036】そして、図1に示すように、碍子80内では、ブッシング60との間の空間に、ブッシング外面および碍子内面の電氣的浴面強度を向上させる目的でシリコン油81を充填すると共に、上部にはシリコン油の温度変化に伴う体積変化に対応するためのガス溜まり82を設けた。ガス溜まり82のガスは、端末構造に液体窒素が充填されたときにガスが液化することを考慮して、液体窒素温度でも液化しないHeガスとした。

【0037】このような真空断熱部を設けることで、極低温部と常温部との間の断熱性を高め、非常に断熱性に優れた極低温機器の端末構造を実現できる。また、冷媒槽を密閉して冷媒を非補給・循環させて冷却するクローズドシステムの端末構造を構成できる。

【0038】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、極低温機器の端末構造で、極低温部と常温部との間に真

空断熱部を形成することで高い耐熱性を実現でき、クローズドシステムによる冷媒非補給の循環冷却を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明端末構造の概略図である。

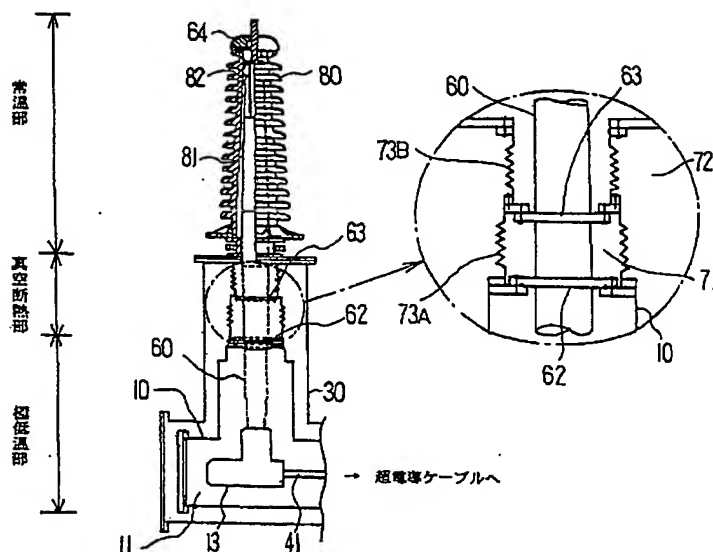
【図2】本発明端末構造に用いるブッシングの一例を示す側面図である。

【図3】従来の端末構造を示す概略図である。

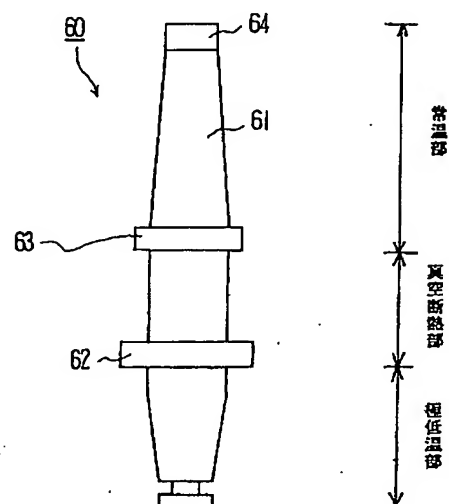
【符号の説明】

- |          |          |
|----------|----------|
| 10       | 冷媒槽      |
| 11       | 液体窒素     |
| 13       | 下部シールド   |
| 14       | ガス排出口    |
| 15       | 窒素ガス溜り   |
| 20       | 極低温機器    |
| 30       | 真空容器     |
| 60       | ブッシング    |
| 61       | 本体       |
| 62       | 極低温側フランジ |
| 63       | 常温側フランジ  |
| 64       | 上部シールド   |
| 71       | 内層部      |
| 72       | 外層部      |
| 73A, 73B | フレキシブル管  |
| 80       | 碍子       |
| 81       | シリコン油    |
| 82       | ガス溜まり    |
| 83       | 絶縁流体     |

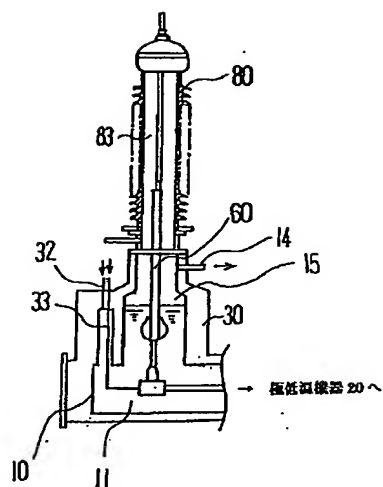
【図1】



【図2】



【図 3】



フロントページの続き

(72)発明者 廣瀬 正幸  
 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電  
 気工業株式会社大阪製作所内  
 (72)発明者 古川 晃平  
 大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電  
 気工業株式会社大阪製作所内  
 (72)発明者 高橋 芳久  
 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
 東京電力株式会社電力技術研究所内

(72)発明者 松尾 公義  
 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
 東京電力株式会社電力技術研究所内  
 (72)発明者 本庄 昇一  
 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
 東京電力株式会社電力技術研究所内  
 (72)発明者 三村 智男  
 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
 東京電力株式会社電力技術研究所内  
 (72)発明者 相場 輝光  
 神奈川県横浜市鶴見区江ヶ崎町4番1号  
 東京電力株式会社電力技術研究所内